

# Séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions

(UMR 7598 CNRS, Sorbonne Université et Université Paris Cité)

## Exposés avec diffusion simultanée par Zoom

### Résumés des exposés du mois de juin 2024

**Vendredi 07 juin 2024** – 14h00

*Exposé donné dans la salle du séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions avec diffusion simultanée par Zoom*

**Charbel Farhat** (Université Stanford)

**Réduction non linéaire de modèles par projection**

**basée sur la modélisation de l'erreur de fermeture dans l'espace latent**

#### Résumé

La réduction de modèles basée sur une projection non linéaire (en anglais PMOR) est souvent préconisée pour les équations aux dérivées partielles dont les solutions présentent des comportements hautement non linéaires et nécessitent donc l'approximation non linéaire d'une variété. Parmi les applications figurent les problèmes multi-échelles en mécanique des solides, les écoulements turbulents dominés par la convection et les écoulements à grande vitesse présentant des chocs, des interactions choc-choc et des interactions choc-couche limite. Plusieurs approches ont été proposées à cette fin, notamment des méthodes basées sur l'enregistrement et les réseaux neuronaux artificiels (en anglais ANN). Ces méthodes doivent cependant surmonter des obstacles importants avant de pouvoir atteindre faisabilité et efficacité de calcul et/ou de pouvoir passer des environnements universitaires et spécialisés aux environnements industriels.

Dans cet exposé je présenterai deux approches complémentaires pour la construction d'approximations non linéaires basées sur la modélisation de l'erreur de fermeture associée à l'approximation affine traditionnelle dans son espace latent que j'ai développées en collaboration avec Joshua Barnett et Yvon Maday. La première conduit à une approximation quadratique et la seconde à une approximation arbitrairement non linéaire fondée sur un ANN de régression. Je démontrerai que les deux approches sont non seulement calculables, mais aussi efficaces et pratiques. En particulier, elles sont compatibles avec le concept d'hyperréduction. Phénomène remarquable, les deux approches accélèrent non seulement la phase en ligne de l'algorithme traditionnel, mais

aussi sa phase hors ligne. Je les présenterai pour des problèmes de CFD à grande échelle, pertinents pour l'industrie, y compris dans les régimes d'écoulement à nombre de Reynolds élevé et hypersonique.

**Vendredi 14 juin 2024 – 14h00**

*Exposé donné dans la salle du séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions avec diffusion simultanée par Zoom*

**Renata Bunoiu** (Université de Lorraine, Metz)

**Homogénéisation des équations de Maxwell  
et de problèmes scalaires associés  
pour des coefficients qui changent de signe**

**Résumé**

Dans cet exposé nous nous intéressons à l'homogénéisation des équations de Maxwell posées dans un milieu composite comportant de petites inclusions distribuées périodiquement constituées d'un matériau négatif, c'est à dire d'un matériau présentant une permittivité et une perméabilité négatives. En raison du changement de signe des coefficients, il n'est pas évident d'obtenir des estimations d'énergie uniformes et d'appliquer les techniques d'homogénéisation classiques.

Notre analyse est basée sur l'étude de deux problèmes scalaires pour lesquels nous obtenons un critère portant sur les paramètres physiques garantissant l'inversibilité uniforme des opérateurs associés lorsque la taille des inclusions tend vers zéro. Ces résultats obtenus pour les problèmes scalaires sont ensuite utilisés pour obtenir des estimations d'énergie uniforme pour le système de Maxwell. Il faut pour cela résoudre une difficulté supplémentaire liée au caractère indéfini induit par le terme fréquentiel, ce que nous faisons en obtenant un résultat de type compacité uniforme.

Les résultats présentés sont le fruit d'un travail en collaboration avec Lucas Chesnel (INRIA Saclay), Karim Ramdani (INRIA Nancy) et Mahran Rihani (SNCF réseaux).

**Vendredi 21 juin 2024 – 14h00**

*Exposé donné dans la salle du séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions avec diffusion simultanée par Zoom*

**Amit Einav** (Université de Durham)

**On a notion of order in many element systems**

**Résumé**

Systems that involve many elements are ubiquitous in our day to day lives. Their investigation, however, is usually hindered by their complexity. The late 50's have seen the birth of the so-called mean field limit approach as an attempt to circumvent some of the difficulties arising in treating such systems. Conceived by Kac as a way to give justification to the validity of the Boltzmann equation, the mean field limit approach attempts to find the behaviour of a limiting "average" element in many element systems and relies on two

ingredients: an average model of the system and an asymptotic correlation relation that expresses the emerging phenomena we expect to get. Mean field limits of average models have permeated to settings beyond their original conception in recent decades. Examples include models that pertain to biological, chemical, and even societal phenomena. However, to date we use only one asymptotic correlation relation – chaos, the idea that the elements become more and more independent. While suitable when considering physical situations, this assumption doesn't seem reasonable in models that pertain to biological and societal phenomena. In our talk we will give an overview to mean field limits and the notion of chaos, and proceed to define a new asymptotic relation of order. We show that this is the right relation for a recent animal based model suggested by Carlen, Degond, and Wennberg, and highlight the importance of appropriate scaling in its investigation.

**Vendredi 28 juin 2024 – 14h00**

*Exposé donné dans la salle du séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions avec diffusion simultanée par Zoom*

**Paola Cinnella** (Sorbonne Université, Paris)

**Apprendre à modéliser : régression symbolique et mélanges d'experts pour la modélisation de la turbulence**

### **Résumé**

Les équations de Navier-Stokes moyennées à la Reynolds (en anglais Reynolds-averaged Navier-Stokes equations ou RANS) complétées par un modèle de turbulence sont l'outil le plus couramment utilisé pour l'analyse des écoulements en ingénierie, malgré les limitations inhérentes à leur formulation. Récemment, la disponibilité accrue de données numériques ou expérimentales de haute fidélité a favorisé le développement d'une multitude de modèles de turbulence « pilotés par les données » grâce à l'assimilation de données, à la calibration Bayésienne ou encore à l'apprentissage automatique (en anglais machine learning). Bien que ces modèles puissent fournir des résultats nettement meilleurs que les modèles classiques pour la classe étroite d'écoulements pour laquelle ils ont été entraînés, leurs capacités de généralisation restent bien inférieures à celles des modèles classiques.

Dans cet exposé, je présenterai une méthodologie pour développer des modèles pilotés par les données qui présentent des capacités de généralisation améliorées tout en fournissant des estimations de l'incertitude prédictive. Cette méthodologie est basée sur un algorithme d'apprentissage Bayésien parcimonieux pour l'identification symbolique de modèles de turbulence « experts » pour certains processus physiques, et sur des méthodes de mélange de modèles pour la prédiction robuste de nouveaux cas. Les expériences numériques montrent des résultats prometteurs pour nombre de configurations d'écoulements.

*L'exposé du vendredi 28 juin sera le dernier de l'année universitaire 2023–2024.*

**Le séminaire reprendra mi septembre.**

Les exposés du séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions sont donnés  
le vendredi de 14h à 15h

dans la

Salle du séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions,  
Campus Jussieu, Sorbonne Université, 4 place Jussieu, Paris 5ème,  
barre 15-16, 3ème étage, salle 09 (15-16-3-09) ;

ils sont diffusés simultanément par Zoom.

Chaque vendredi, à partir de 13h30, le lien Zoom pour l'exposé du jour est affiché sur la  
page web

<https://www.ljll.fr/seminaire-du-laboratoire/>

et l'accès à la « salle de séminaire Zoom » est possible à partir de la même heure.

Le programme du séminaire, sa version pdf, les résumés des exposés, leurs diaporamas et  
leurs enregistrements vidéo sont disponibles sur cette même page web.

Pour recevoir (ou ne plus recevoir) par courrier électronique chaque mois le programme du  
séminaire et chaque vendredi un rappel de l'exposé du jour, envoyer un message à  
[francois.murat@sorbonne-universite.fr](mailto:francois.murat@sorbonne-universite.fr)

Organisateurs du séminaire :

Yves Achdou : [achdou@ljll.univ-paris-diderot.fr](mailto:achdou@ljll.univ-paris-diderot.fr)

Fabrice Béthuel : [fabrice.bethuel@sorbonne-universite.fr](mailto:fabrice.bethuel@sorbonne-universite.fr)

Albert Cohen : [albert.cohen@sorbonne-universite.fr](mailto:albert.cohen@sorbonne-universite.fr)

Anne-Laure Dalibard : [anne-laure.dalibard@sorbonne-universite.fr](mailto:anne-laure.dalibard@sorbonne-universite.fr)

Yvon Maday : [yvon.maday@sorbonne-universite.fr](mailto:yvon.maday@sorbonne-universite.fr)

François Murat : [francois.murat@sorbonne-universite.fr](mailto:francois.murat@sorbonne-universite.fr)

Benoît Perthame : [benoit.perthame@sorbonne-universite.fr](mailto:benoit.perthame@sorbonne-universite.fr)

Emmanuel Trélat : [emmanuel.trelat@sorbonne-universite.fr](mailto:emmanuel.trelat@sorbonne-universite.fr)